

福岡市における食事からの硝酸塩一日摂取量調査

岩佐泰恵・古賀梓美・内山亜喜子・赤木浩一

福岡市保健環境研究所保健科学課

Study on Daily Intake of Nitrate from Meal in Fukuoka City

Yasue IWASA, Azumi KOGA, Akiko UCHIYAMA and Kouichi AKAKI

Health Science Division, Fukuoka City Institute for Hygiene and the Environment

要約

福岡市民が食事から摂取する硝酸塩について、マーケットバスケット方式を用いて独自に一日摂取量調査をおこなった。試料は、福岡市内の食品販売店で購入した159品目を「平成18年度国民健康・栄養調査（北九州ブロック）」に基づき13の食品群に分類し用いた。必要に応じて調理した試料を食品群毎に混合・調製し、抽出および精製をおこなった後、高速液体クロマトグラフで測定した。その結果、喫食量から算出した成人一人あたりの硝酸塩一日摂取量は201.8mgであり、ADI（一日許容摂取量）の109%であった。また、硝酸塩の摂取源は7群（緑黄色野菜類）と8群（その他の野菜類）で95%を占めていた。

Key Words : 硝酸塩 nitrate, マーケットバスケット方式 market basket method, 高速液体クロマトグラフ HPLC, 一日摂取量 daily intake, 一日許容摂取量 ADI

1 はじめに

硝酸塩は発色および発酵調整の目的で食品添加物として使用されるとともに、野菜など植物中に普遍的に含まれる成分として天然にも存在している¹⁾。

硝酸塩の毒性はそれほど高くないが、体内で亜硝酸塩に還元されるとメトヘモグロビン血症を引き起こすことが報告されている^{1, 2)}。さらに、亜硝酸塩は体内で発ガン性物質の一つであるニトロソアミン類を生じることが指摘されている²⁾。

これらのことから、FAO/WHO 合同食品添加物専門家会合（JECFA）では硝酸塩の一日許容摂取量（ADI）を5mg/kg bw/day（硝酸根として3.7mg/kg bw/day）と定めている。

日本人における硝酸塩の摂取量については、「マーケットバスケット方式による日本人の硝酸・亜硝酸塩の一日摂取量調査研究（1995～1996年度）」³⁾や「食品添加物一日摂取量総点検調査報告書」⁴⁾、「トータルダイエット

試料による硝酸塩の摂取量推定」⁵⁾が報告されており、いずれにおいても硝酸塩摂取量は、ADIを超えていた。

そこで、福岡市民が食事から摂取する硝酸塩量を把握するため、マーケットバスケット方式を用いて独自に一日摂取量調査をおこなったので報告する。

2 試験方法

2.1 試料の調製

試料は、「平成18年度国民健康・栄養調査（北九州ブロック）」を参考に、マーケットバスケット方式を用いて調製した。福岡市内の食品販売店等で購入した159品目を13の食品群に分類し、それらの食品について、調理が必要なものは加熱等の調理をおこない、それぞれ均質化した後、食品群毎に喫食量比に従って採取し、ミキサーで混合した。なお、1～3群および10群については、試料の均質化を確保するため蒸留水を加えて混合した。各

表1 食品群の分類および一日摂取量

食品群	分類	主な食品	購入食品数	一日摂取量(g)
1	米, 米加工品	白米, もち	3	303.7
2	小麦粉類, いも類および加工品	パン, うどん, じゃがいも	25	162.0
3	糖類, 菓子類	砂糖, まんじゅう, ケーキ	12	29.7
4	油脂類	バター, コーン油	7	8.7
5	豆類および加工品	きなこ, 豆腐, 納豆	11	49.0
6	果実類および加工品	みかん, りんご, ジャム	12	98.7
7	緑黄色野菜および加工品	トマト, ほうれんそう, にんじん	9	82.0
8	淡色野菜, きのこと類, 海草類および加工品	キャベツ, きゅうり, ぶなしめじ	16	193.7
9	嗜好飲料	清酒, コーラ	8	663.0
10	魚介類および加工品	さば, かつお節, かまぼこ	20	56.3
11	肉類, 卵類および加工品	牛, 豚, 卵, ウインナー	13	118.7
12	乳類	牛乳, チーズ, ヨーグルト	10	142.7
13	調味料	しょうゆ, みそ, マヨネーズ	13	111.3
合計			159	2019.3

食品群の食品分類, 主な食品, 購入食品数および一日摂取量を表1に示す。一日喫食量は平成19~21年度の「国民健康・栄養調査(福岡市集計分)」の平均値を用いた。

2.2 試薬

標準品: 硝酸カリウム(特級, 和光純薬工業(株)製)を用いた。

標準原液: 標準品 815mg を蒸留水で溶解し, 50mL に定容し, 標準原液とした。(硝酸根として 10,000 μ g/mL)。

標準溶液: 標準原液を蒸留水で適宜希釈した。

その他試薬: 全て特級試薬を用いた。

2.3 装置および測定条件

装置は高速液体クロマトグラフ(Agilent社製 1100シリーズ)を用いた。測定条件を表2に示す。

表2 HPLC 測定条件

カラム	Shodex Asahipak NH2P-50 4E, 4.6mm \times 250mm
移動相	0.1mol/L過塩素酸ナトリウムを含む 10mmol/Lリン酸塩緩衝液
カラム温度	25 $^{\circ}$ C
流速	0.8ml/min
測定波長	210nm
注入量	10 μ L

2.4 試験溶液の調製

食品衛生検査指針⁶⁾および松田らの報告⁵⁾を参考に試験溶液の調製をおこなった。試料 5~10g を量りとり, 0.5mol/L 水酸化ナトリウム溶液 16mL, 80 $^{\circ}$ C の蒸留水 30mL, 9% 酢酸亜鉛溶液 16mL を加え, 時々攪拌しながら 80 $^{\circ}$ C で 20 分間加熱後, 室温まで冷却し蒸留水で 100mL

に定容した。ろ紙(5A)ろ過もしくは 2,000rpm で遠心分離し上清を採取した後, 必要に応じて蒸留水で希釈しメンブランフィルター(0.45 μ m)でろ過したものを試験溶液とした。なお, メンブランフィルターおよびシリンジは, あらかじめ蒸留水で洗浄したものを使用した。

2.5 定量試験

絶対検量線法を用い, 標準溶液のピーク面積から作成した検量線により, 試験溶液中の硝酸塩濃度を求めた。

3 結果および考察

3.1 定量下限および検量線の直線性

硝酸塩標準溶液 0.025 μ g/mL において S/N \geq 10 であることを確認し, 試験溶液の定量下限とした。また, 0.025~5 μ g/mL の濃度範囲での各ピーク面積と濃度との相関係数は 0.999 以上と良好な直線性を示した。

3.2 添加回収試験

各混合試料に検出下限値の 20 倍もしくは検体由来量の 2 倍~10 倍程度となるように 10~1,000 μ g/g の標準品を添加した回収試験(n=3)を行い, その平均値を回収率とした。結果を表3に示す。回収率は 80.4~100.4% の範囲で良好であった。

3.3 一日摂取量調査結果

3.3.1 測定結果

食品群別含有量を表4に示す。3, 4群以外から硝酸塩を検出した。特に 7, 8群の含有量が多かった。食品群別含有量から求めた食品群別一日摂取量を表5に示す。

表3 添加回収試験結果 (%)

(n=3)

群番号	1群	2群	3群	4群	5群	6群	7群	8群	9群	10群	11群	12群	13群
回収率	98.1	80.4	88.3	100.4	90.5	90.3	88.9	94.2	89.9	88.1	89.6	86.8	91.6

表4 食品群別含有量 (µg/g)

(n=3)

群番号	1群	2群	3群	4群	5群	6群	7群	8群	9群	10群	11群	12群	13群
含有量	2.6	18.4	N.D	N.D	5.7	19.2	1004.0	609.5	1.0	5.0	3.4	2.7	7.3

N.D;定量下限未満

表5 食品群別一日摂取量 (mg)

群番号	1群	2群	3群	4群	5群	6群	7群	8群	9群	10群	11群	12群	13群	総摂取量
一日摂取量	0.8	4.5	-	-	0.3	1.9	78.8	112.9	0.7	0.3	0.4	0.4	0.8	201.8

3.3.2 一日許容摂取量との比較

硝酸塩の ADI は硝酸根として 3.7mg/kg/day であり、ADI から計算した成人（体重 50kg とした場合）一人あたりの一日許容摂取量は 185mg である。今回の調査により求めた硝酸塩の一日摂取量は表 5 に示すように 201.8mg であり、ADI の 109%であった。

3.3.3 主な摂取源の推定

食品群別一日摂取量（表 5）から、7 群（緑黄色野菜類）および 8 群（その他の野菜類）が総摂取量の 95%を占めており、野菜類が硝酸塩の主な摂取源であることが推定された。

文献

- 1) 谷村顕雄ら監修：第 8 版食品添加物公定書解説書，D-802～808，廣川書店，2007
- 2) 石綿肇，他：硝酸塩および硝酸塩の生体内運命，衛生化学，28(4)，171～183，1982
- 3) 矢田朋子，他：マーケットバスケット方式による日本人の硝酸・亜硝酸塩の一日摂取量調査研究(1995～1996 年度)，日本食品化学学会誌，5(1)，69～73，1998
- 4) 厚生省：食品添加物一日摂取量総点検調査報告書，2000
- 5) 松田りえ子，他：トータルダイエット試料の分析による硝酸塩の摂取量推定，食品衛生学雑誌，Vol.50，No.1，29～33，2009
- 6) 厚生労働省監修：食品衛生検査指針—食品添加物編—，149～154，（社）日本食品衛生検査協会，2003

4 まとめ

福岡市民が食事から摂取する硝酸塩について、マーケットバスケット方式を用いて独自に一日摂取量調査をおこなった。成人一人あたりの硝酸塩一日摂取量は 201.8mg であり、ADI の 109%であった。また、硝酸塩の摂取源は野菜類で 95%を占めており、硝酸塩の摂取量の大部分は、食品添加物由来ではなく、天然由来によるものと考えられた。